

## Populationsbiologie und Ökologie von *Berteroa incana* (L.) DC.

### Population biology and ecology of *Berteroa incana* (L.) DC.

Von

DIETMAR BRANDES und JENNIFER SCHREI

#### Widmung

*Die vorliegende Arbeit ist dem Andenken an Herrn Oberstudienrat Dr. Wolf Hartwich (16.8.1922-26.12.1995) gewidmet. Wolf Hartwich prägte das biologische Verständnis ganzer Schülergenerationen. In einer Zeit, als es noch wenig opportun war, hielt er als langjähriger Naturschutzbeauftragter der Stadt Braunschweig die Fahne des Naturschutzes unverdrossen hoch. Er hatte wesentlich Anteil an der Durchführung der Süd-Niedersachsenkartierung im Braunschweiger Gebiet und sorgte für Kontinuität in der floristischen Forschung. Ihm ist es zu verdanken, daß die Tradition der Erforschung der Pflanzendecke unseres Raumes nie abriß.*

*Der Erstautor erinnert sich mit Dankbarkeit daran, daß ihm *Berteroa incana* bereits als 16jährigem Schüler 1964 auf einem Bestimmungskurs von Dr. Wolf Hartwich gezeigt wurde. Deshalb sei diese Studie seinem Andenken gewidmet.*

#### Summary

*Berteroa incana* (L.) DC. is an alien plant, which is naturalized in Germany since 150-200 years. Its high germination capacity is decisive for the conquest of areas with low vegetation cover. The seeds germinate at temperatures between 15°C and 25°C within a few days at a percentage of 90 to 100. Germination is also possible without light and even under water. The limiting factors for germination and establishment of *Berteroa incana* are open sites as well as sufficient amounts of plant available water.

The interrelations with insects were investigated exemplarily with Coleoptera, Syrphidae and Heteroptera. Mainly polyphagous beetles and casual visitors were noted; the only stenophagous species is *Ceutorhynchus ignitus* (Coleoptera).

The sociological and ecological variation of the *Berteroa incana* is shown on local scale and documented by vegetation tables. From a supra-regional point of view we propose to summarize all *Berteroa incana* dominated plant communities belonging to the alliance Dauco-Melilotion to one single association *Berteroa incana*. Finally the succession is discussed and the requirements for further research are depicted.

## 1. Einleitung

Im Zuge von vergleichenden Untersuchungen über die synanthrope Vegetation Europas zeigen sich große Defizite in unseren ökologischen Kenntnissen sowohl einzelner Charakterarten von Pflanzengesellschaften als auch weit verbreiteter dominanter Arten. Im Verlaufe populationsbiologischer und vegetationsökologischer Arbeiten wurde nun auch die Graukresse (*Berteroa incana*) untersucht (Abb. 1). Die Graukresse ist die einzige in Mitteleuropa vorkommende Vertreterin der zur Tribus Alyseae gehörenden Gattung *Berteroa*.



Abb. 1: *Berteroa incana* im Braunschweiger Hafengebiet (August 1988).

*Berteroa incana* ist ein kontinentales, osteuropäisch-westasiatisches Florenelement, das sich (zumindest) an der Westgrenze seines Areals noch ausdehnt. Flora Europaea (TUTIN et al. 1993) gibt diese Art für alle Länder Ost- und Mitteleuropas an, wobei auf die Schwierigkeiten, den jeweiligen Status präzise festzulegen, ausdrücklich hingewiesen wird. Für Belgien, Großbritannien, Finnland, Frankreich, Niederlande, Spanien, Norwegen und Schweden werden synanthrope Vorkommen angegeben.

Die aktuelle Verbreitung in den westdeutschen Bundesländern zeigt eine deutliche Bindung an die Einzugsgebiete großer Flüsse, wobei ein Schwerpunkt in sommerwarmen Sandgebieten zu erkennen ist (vgl. HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988). Mit Ausnahme der nur zerstreuten Vorkommen in Thüringen und Sachsen findet sich *Berteroa incana* fast flächendeckend im nordostdeutschen Flachland, insbesondere in Brandenburg (BENKERT, FUKAREK & KOSCH 1996).

Als ältester Nachweis für Mitteleuropa galt gemeinhin THAL (1588), dessen „*Mattioli tertium*“ als *Berteroa incana* identifiziert wurde (HEGI 1963), wobei HANF (1991) allerdings die Verlässlichkeit dieser Angabe anzweifelt. Er nennt als ersten „sicheren“ Nachweis für *Berteroa incana* in Mitteleuropa einen Fund von 1769 aus Neuburg bei Wien. Auch ROTHMALER (1996) gibt als Einschleppungszeitraum nunmehr das 18. Jh. an. Nach SEBALD, SEYBOLD & PHILIPPI (1990) stammen die ältesten Angaben für das Oberrheingebiet von 1777 bzw. 1808. Für Württemberg datiert die älteste konkrete Angabe von 1835/36; möglicherweise wurde die Art mit Luzernesaatgut eingeführt.

Im engeren Untersuchungsgebiet wurde die Art bereits 1831 als „gemein“ eingestuft (LACHMANN 1831). BERTRAM (1876) gab sie für Braunschweig als „an Wegrändern vor allen Thoren gemein“ an, was bereits auf längere Anwesenheit im Gebiet schließen läßt. Die frühen Funde in Mitteleuropa lagen öfter in der Nähe von Exerzierplätzen, so daß auch eine Einschleppung mit Pferdefutter vermutet wurde. Später fielen — gerade am westlichen Arealrand — zahlreiche Vorkommen auf Bahnhöfen, Häfen, Kornmühlen und Getreidespeichern auf, so daß das *Berteroetum incanae* auch als „Mühlenblumengesellschaft“ bezeichnet wurde (RUNGE 1990).

Für die Unterstützung bei den zoologischen Arbeiten danken wir Herrn Prof. Dr. O. Larink (TU Braunschweig); den Instituten für Unkrautforschung bzw. für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) danken wir für großzügig gebotene Möglichkeit, Versuchsgewächshäuser und Klimakammern mitbenutzen zu können. Herrn Frank Hattwig (Braunschweig) gilt unser Dank für die Determination der Wanzen und Zikaden, Herrn Walter Wimmer (Salzgitter) für seine umfassende Hilfe bei der Bestimmung der Käfer.

## 2. Material und Methoden

Die Untersuchungen zur Keimung und zur Etablierung von *Berteroa incana* wurden sowohl im Botanischen Garten der TU Braunschweig als auch in der Biologischen Bundesanstalt (BBA) und in der Forschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig durchgeführt. Das verwendete Samenmaterial entsprach jeweils einer Mischprobe von Samen verschiedener Individuen aus Südniedersachsen, wobei diese z.T. auch verschiedenen Wuchsorten entstammten. Die Keimversuche bei konstanten Temperaturen bzw. beim Temperaturwechsel 25°C/10°C wurden auf Filterpapier in Petrischalen bzw. in einem „Kleinkeimgefäß“ (für Ansätze bei 25°C) in Trockenschränken, in einem Ökophyten bzw. in einer Klimakammer im Institut für Unkrautforschung sowie im Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt (BBA) in Braunschweig durchgeführt. Experimente mit verschiedenen Substraten und Substrattiefen sowie ergänzende Untersuchungen zum Keimverhalten bei unterschiedlicher Vorbehandlung wurden bei Zimmertemperatur und Tageslicht durchgeführt.

Zur Überprüfung des Keimverhaltens von *Berteroa incana* in Abhängigkeit von der Temperatur wurden je 100 Samen auf Filterpapier in je einer Plastikpetrischale (Durchmesser 8,5 cm) verteilt ausgelegt und mit Leitungswasser befeuchtet. Für die Ansätze bei 25°C wurden sogenannte „Kleinkeimgefäße“ verwendet, da aufgrund der höheren Verdunstung ein Trockenfallen der Samen in Petrischalen befürchtet wurde. Die Versuchsgefäße wurden folgenden konstanten Temperaturen ausgesetzt:

- 5°C (Schwankungsbereich: 4–5°C): Kühlraum,
- 10°C (Schwankungsbereich: 10–11°C): Trockenschrank,
- 15°C (Schwankungsbereich: 15–16°C): Trockenschrank,
- 18°C (Schwankungsbereich: 17–19°C): Klimakammer,
- 25°C (Schwankungsbereich: 25–26°C): Ökophyt.

Zu Versuchsbeginn wurden die Versuchsgefäße täglich (später dreimal in der Woche) kontrolliert, gekeimte Samen ausgezählt und entfernt. Bei Bedarf wurde die Befeuchtung des Filterpapiers wiederholt. Eine Belichtung der Samen erfolgte bei 5 bis 15°C nur beim Kontrollieren der Petrischalen für jeweils

ca. 3 min. Auf die Gefäße in der Klimakammer wirkte Tageslicht ein, im Ökophyten wurden die Samen 6 h täglich belichtet. Die Versuche wurden nach 40 bzw. 50 Tagen, bei 5°C nach 165 Tagen abgebrochen.

Keimversuch bei Wechseltemperatur: 100 Samen von *Berteroa incana* wurden in Kleinkeimgefäßen im Ökophyten einem Wechsel von Temperatur und Belichtung ausgesetzt (12 h bei 25°C und Belichtung wechselten mit 12 h bei 10°C in Dunkelheit ab).

Zur Überprüfung der Keimfähigkeit von *Berteroa incana* unter völligem Ausschluß von Licht wurden 100 Samen in einem Kleinkeimgefäß auf dem Rundfilter ausgelegt. Anschließend wurde das Gefäß zweifach mit handelsüblicher Aluminiumfolie komplett umhüllt, noch bevor das Wasser den Rundfilter erreicht hatte. Eine Befeuchtung der Samen unter Einwirkung von Licht konnte so ausgeschlossen werden. Das Gefäß wurde in der Klimakammer bei etwa 18°C aufgestellt. Nach drei Tagen wurde die Folie entfernt, die gekeimten Samen gezählt und verworfen. Das Versuchsgefäß wurde in der Klimakammer belassen und die weitere Entwicklung der Samen protokolliert.

Für die Untersuchung der Keimung in unterschiedlichen Substraten bei verschiedenen Tiefen wurden als Substrate Quarzsand (pH 6,8) und Kokohum eingesetzt. Kokohum wurde handelsüblicher Blumenerde vorgezogen, da es sich dabei um ein torffreies Substrat auf Kokosfaserbasis handelt, das laut Herstellerangaben (Fa. Neudorff) „grundgedüngt“ ist und einen pH-Wert von 5,5-6,0 besitzt. Es weist ein starkes Quellungsvermögen auf und kann so relativ viel Feuchtigkeit aufnehmen und gleichmäßig wieder abgeben; an der Oberfläche neigt das Substrat allerdings leicht zu Schimmelbildung. Es wurden Ansätze mit jeweils 50 Samen pro Substrat und Schichttiefe durchgeführt. Die Temperaturschwankungen betrugen während des Versuchszeitraumes 16-21°C.

Keimungsversuche in Wasser: jeweils 20 Samen wurden bei Raumtemperatur und natürlichen Beleuchtungsverhältnissen in ein Becherglas mit 300 ml Leitungswasser gegeben.

Die Untersuchungen des Phytophagenbesatzes erfolgten in der Braunschweiger Umgebung. Zur Erfassung von Insekten, die an *Berteroa incana* Nahrung in Form von Nektar, Pollen oder auch grünen Pflanzenteilen aufnehmen, wurden die folgenden Methoden angewendet:

a) Abklopfen der Pflanzen („Klopfmethode“): Hierbei wurden Pflanzen einer 1 m<sup>2</sup> großen Fläche ca. 25 mal mit kurzen seitlichen Schlägen erschüttert und herabfallende Tiere in einer 40 cm × 30 cm × 10 cm großen Plastikschaale aufgefangen. Anschließend wurden diese Tiere rasch mit einem Exhaustor aufgenommen, mit Essigsäureethylester betäubt und in 70%igem Ethanol aufbewahrt.

b) Fang von Blütenbesuchern mit Hilfe eines Keschers („Kescherfang“): Von Pflanzen einer 2 m<sup>2</sup> großen Fläche wurde während einer Zeiteinheit von 10 Minuten versucht, alle Blütenbesucher (außer Hummeln und Schmetterlingen) mit einem Kescher (Rahmengröße 20 cm × 15 cm) zu fangen.

c) Aufstellen von Farbschalen: Hälften von Plastik-Petrischalen (Durchmesser: 8 cm) wurden von außen weiß lackiert und auf einem Holzpflöck befestigt. Am untersuchten Wuchsort wurden drei dieser Weißschalen entfernt voneinander aufgestellt, wobei der Pflöck so weit in den Boden getrieben wurde, daß sich die Farbschale in Höhe der Blüten von *Berteroa incana* befand. Die Schalen wurden mit 2%iger Formalinlösung gefüllt und mit wenigen Tropfen eines Spülmittels versetzt, um die Oberflächenspannung herabzusetzen.

Die Bestimmung der Schwebfliegen erfolgte nach BOTHE (1989), BASTIAN (1986) und SACK (1932). Die Käfer wurden nach STRESEMANN (1989) sowie FREUDE, HARDE & LOHSE (1966/83) bestimmt, die Determination der Wanzen erfolgte nach WAGNER (1952, 1966, 1967).

Die pflanzensoziologischen Arbeiten erfolgten im östlichen Niedersachsen und im Elbtal zwischen Magdeburg und Tangermünde.

### 3. Phänologie, Wuchshöhe und Samenproduktion

*Berteroa incana* keimt sowohl im Herbst gleich nach der Samenreife als auch im folgenden Frühjahr (vgl. Kap. 4). Im Untersuchungsgebiet blüht die Art von Anfang Juni bis Anfang Dezember, wobei sich die Hauptblütezeit über etwa 4 Monate erstreckt.

Die Wuchshöhe von *Berteroa incana* ist deutlich größer als von den meisten Floren angegeben. So nennen OBERDORFER (1994) 20-40 cm, ROTHMALER (1996) 30-65 cm, ADLER, OSWALD & FISCHER (1994) 25-60 cm, während wir in Beständen des *Berteroetum incanae* — also unter natürlichen Bedingungen — maximale Sproßlängen von 159 cm fanden. Nach unseren Untersuchungen ist der Längenzuwachs [markierter] Endsproße (ebenso wie der Fruchtsatz) vor allem von der Wasserversorgung abhängig. So zeigten sich erhebliche Unterschiede im Zuwachs zwischen den Individuen regelmäßig gewässerter Kulturen im Botanischen Garten, den Individuen eines Brachfeldes sowie denen eines geschotterten Feldwegrandes. Insbesondere die letzteren litten im Sommer unter Wassermangel, während die Population am Rande eines Brachackers bei Braunschweig-Thune bezüglich der Wasserversorgung eine mittlere Position einnahm. Darüber hinaus spielt offensichtlich auch die Wuchshöhe der umgebenden Vegetation eine Rolle (vgl. Abb. 2), was vor allem durch Lichtkonkurrenz bedingt sein dürfte.

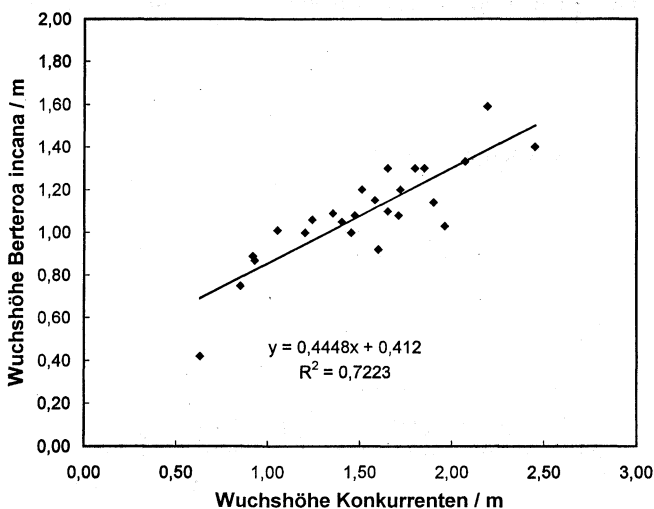


Abb. 2: Korrelation zwischen der maximalen Wuchshöhe der Begleiter (Abszisse) und der maximalen Wuchshöhe von *Berteroa incana* (Ordinate) auf jungen Brachäckern bei Braunschweig.

Nicht jede Blüte erreicht den Zustand der Samenreife. Findet keine erfolgreiche Bestäubung/Befruchtung statt, so fällt der Fruchtknoten bald ab. Der relative Fruchtansatz schwankte bei den untersuchten Populationen zwischen 43% und 98%. In niederschlagsarmen Perioden insbesondere im Hochsommer leidet auch *Berteroa incana* an Wassermangel, wie unsere Beobachtungen zeigen. Während der Trockenheit in den Monaten Juli und August 1995 bildeten zahlreiche Pflanzen zunächst keine Blüten mehr aus, später nahmen auch die bereits entwickelten Früchte nicht mehr an Größe zu; die jeweilige Pflanze schien abzusterben. Nach größeren Regenereignissen Ende August 1995 konnte jedoch bei vielen dieser Pflanzen beobachtet wer-

den, daß sie im unteren Sproßbereich Seitentriebe entwickelten, die in der Folgezeit blühten und fruchteten. Unabhängig von der jeweiligen Witterung endet ein Sproßabschnitt jedoch nie mit Früchten, sondern es verbleiben etwa 10 Knospen an der Spitze, die sich nicht mehr öffnen sondern absterben.

1995 benötigten *Berteroa incana*-Individuen unabhängig von den untersuchten Wuchsorten ca. 5 Wochen vom Knospenstadium bis zum Beginn des Ausstreuens der Früchte. Eine Verringerung dieser Zeitspanne wurde bei abgeknickten und infolge dessen frühzeitig vertrocknenden Sproßteilen beobachtet.

Für eine Ruderalpflanze, die häufig an Feld- und Straßenrändern, aber auch auf Brachfeldern wächst, ist die Mähfestigkeit von entscheidender Bedeutung. Unseren Untersuchungen zufolge erträgt *Berteroa incana* zumindest einmalige Mahd. Bestände, die gegen Ende August gemäht wurden, wiesen Anfang Oktober wieder zahlreiche blühende Sprosse auf. Hierbei wurde zwar die vorherige Wuchshöhe von max. 114 cm nicht wieder erreicht, mit einer maximalen Höhe von 74 cm überragte *Berteroa incana* jedoch alle anderen Blütenpflanzen. Ebenso überstehen *Berteroa incana*-Individuen auch in gewissem Umfang den Verbiß durch Kaninchen.

#### 4. Keimung und Etablierung

Die elliptischen, flachen Samen von *Berteroa incana* weisen eine Größe von ca. 1,6 mm × 1,4 mm × 0,6 mm auf (BERGGREN 1981). Die Masse von 1000 Samen beträgt nach eigenen Messungen 0,53 g; von STEVENS (1932) wurden allerdings nur 0,45 g angegeben. Die Art keimt epigäisch, ihre Keimblätter sind ca. 4-6 mm lang (vgl. auch MULLER 1978).

Die Samenkeimung ist bei der generativen Vermehrung die Grundlage für die Entwicklung eines neuen Individuums und somit die Voraussetzung zum Aufbau einer neuen Population. Mit den folgenden Experimenten und Beobachtungen wurde das Keimverhalten von *Berteroa incana* in Abhängigkeit von Temperatur, Belichtung, Substrat sowie Vorbehandlung untersucht. Ein Same wird dann als gekeimt angesehen, wenn seine Radicula die Samenschale durchbohrt hat (EVENARI 1957, zitiert nach URBANSKA 1992). Bei den Experimenten mit unterschiedlichen Substrattiefen konnte jedoch nur ermittelt werden, zu welchem Zeitpunkt ein Keimling die Substratoberfläche durchstoßen hatte, d.h. hierbei wurde eigentlich das Keimlingsaufkommen ermittelt (URBANSKA 1992).

##### 4.1. Keimversuche unter kontrollierten Bedingungen

Für *Berteroa incana* zeigte sich jeweils eine deutliche Abhängigkeit der Keimung von der [konstanten] Temperatur, die sowohl die Geschwindigkeit der Keimung als auch die Summe der insgesamt gekeimten Samen beeinflusste. Generell keimte die Art bei allen untersuchten Temperaturen, jedoch mit unterschiedlichem Erfolg. *Berteroa incana* wies bei Temperaturen von 18°C bis 25°C eine Keimsumme von 97% bis 100% auf (vgl. Abb. 3). Bei 15°C lag die Keimsumme noch bei 90%, und die ersten Samen

keimten bei Temperaturen  $>15^{\circ}\text{C}$  jeweils am 2. Tag nach Versuchsbeginn (bei  $25^{\circ}\text{C}$  sogar zu rund 80% bereits am 1. Tag). Nach maximal 3 Tagen war bei diesen Temperaturen das halbe Keimzahlmaximum erreicht. Bei  $10^{\circ}\text{C}$  keimten die ersten Samen nach 7 Tagen, die halbe Entwicklungszeit betrug 8 Tage, und es keimten insgesamt 42% der ausgelegten Samen. Bei  $5^{\circ}\text{C}$  ist die Keimgeschwindigkeit erwartungsgemäß noch geringer: Hier keimten erst nach 24 Tagen die ersten Samen, das halbe Keimzahlmaximum war nach 105 Tagen erreicht, die Keimsumme betrug bei Abbruch des Versuchs nach 165 Tagen immerhin 76% (vgl. Abb. 4). Der Kurvenverlauf bei  $5^{\circ}\text{C}$  zeigt die 3 Abschnitte einer Wachstumskurve: (a) linearer Anstieg (bis zum 90. Tag sind 10% der Samen gekeimt), (b) exponentieller Anstieg (bis ca. 125 Tage) und (c) Sättigung. Bis zum Abbruch des Versuchs trat in dieser Petrischale kein Schimmelbefall auf.

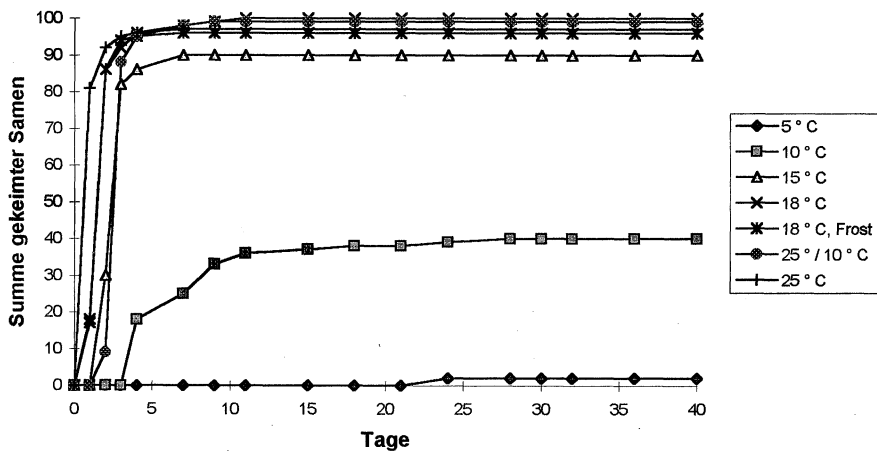


Abb. 3: Keimung von *Berteroa incana* bei konstanten Temperaturen und bei Wechseltemperaturen.

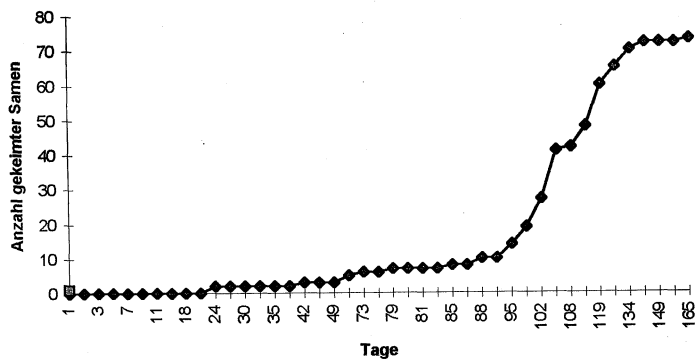


Abb. 4: Keimung von *Berteroa incana* bei  $5^{\circ}\text{C}$  zwischen dem 20.10.1995 und dem 12.4.1996.

Bei 15°C bis 25°C beträgt die Keimsumme 90% bis 100% und stimmt damit gut von den 1954 von TOOLE et al. (1957) gefundenen Werten überein. Da *Berteroa incana* bei allen getesteten Temperaturen hohe Keimzahlen aufwies, ist eine genauere Angabe der optimalen Keimtemperatur nicht möglich. Die mittlere Keimdauer nimmt (innerhalb des betrachteten Temperaturintervalls) mit zunehmender Temperatur ab, es läßt sich jedoch kein direkter Zusammenhang zwischen Keimsumme und Temperatur feststellen. Eine vorherige Lagerung (2 Wochen) von trockenen *Berteroa incana*-Samen bei Frost (bis -14°C) hat anscheinend keinen Einfluß auf das Keimverhalten.

Bei Wechseltemperatur 25°/10°C keimte *Berteroa incana* zu 99% innerhalb von 9 Tagen. Bereits nach 3 Tagen waren fast 90% der Samen gekeimt (Abb. 3); es zeigte sich jedoch kein größerer Unterschied zur Keimung bei konstant 25°C.

*Berteroa incana* keimte ohne Belichtung bei 18°C zu 38% innerhalb von 3 Tagen; nach anschließender Belichtung keimten weitere 25% der Samen bereits am nächsten Tag. TOOLE et al. (1957) erzielten bei ihren Keimversuchen 1954 einen Keimerfolg von insgesamt 77% bis 90% bei verschiedenen Temperaturen im Dunkeln, während es 1955 nur 19% bis 39% waren. Dieser unterschiedliche Keimungserfolg ist vermutlich auf unterschiedliches Alter der Samen bzw. auf Lagerungseffekte zurückzuführen. Der im Vergleich zu unseren Ergebnissen höhere Keimerfolg bei TOOLE et al. (1957) mag z.T. auch dadurch bedingt sein, daß sie die Samen noch im Hellen befeuchteten und erst anschließend die Gefäße lichtdicht umhüllten.

Bei Raumtemperatur keimt *Berteroa incana* im Wasser [bzw. auf der Wasseroberfläche schwimmend] innerhalb von 72 h zu mehr als 90%. Die herabgesunkenen bzw. im Wasser flutenden Keimlinge sind chlorophyllhaltig und zeigen deutliches Wachstum. Ohne Düngung und zusätzliche Belüftung überleben sie etwa 4 Wochen.

In Abb. 5 ist das Keimlingsaufkommen von *Berteroa incana* in den Substraten Sand und Kokohum bei verschiedenen Tiefen dargestellt. Bei einer Substrattiefe von 1 cm hatten nach 30 Tagen erst 18% (in Sand) bzw. 20% (in Kokohum) der Keimlinge

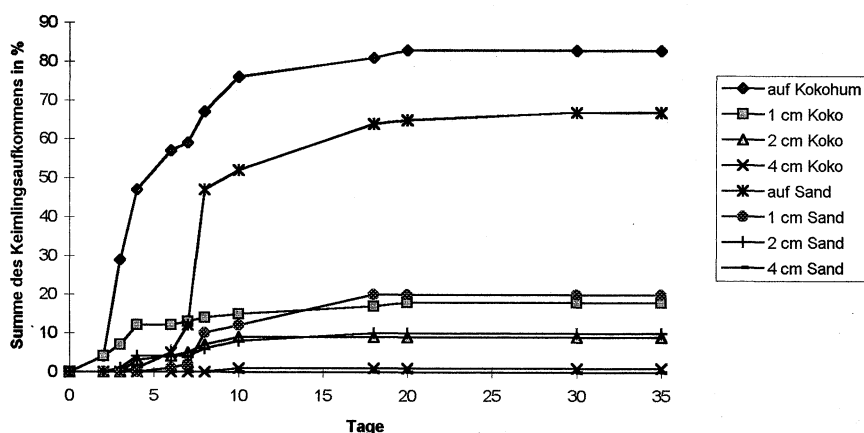


Abb. 5: Keimung von *Berteroa incana* auf Sand und Kokohum in verschiedenen Substrattiefen bei Raumtemperatur.



die Oberfläche durchstoßen, bei 2 cm Tiefe waren es 10% (in Sand) bzw. 9% (in Kokohum) und bei 4 cm Tiefe konnte nur das Aufkommen eines Keimlings in Kokohum beobachtet werden. Die Keimsumme auf den Substratoberflächen war deutlich höher: Sie betrug 83% auf Kokohum bzw. 67% auf Sand. Bei allen Ansätzen war nach maximal neun Tagen je die Hälfte des maximalen Keimlingsaufkommens erreicht.

#### 4.2. Beobachtungen zur Keimung und Etablierung von *Berteroa incana* im Freiland

Zur Überprüfung der Keimfähigkeit der Samen unmittelbar nach der Blütezeit wurden bereits trockene, aber noch nicht geöffnete Schötchen verschiedener (im Spitzenbereich noch blühender) Individuen von *Berteroa incana* auf einem Brachacker entnommen und die Samen im Freiland in Blumentöpfen auf Zelltuch bzw. Kokohum ausgestreut und bewässert. Die Samen keimten zu rund 50% bereits nach 2 Tagen. Nach insgesamt 4 Tagen waren nahezu 100% gekeimt, wobei Keimerfolg und -dauer auf Zellstoff etwas geringer waren als auf Kokohum.

Eine Nachreifezeit wird also offensichtlich nicht benötigt. Entscheidend für den Zeitpunkt der Keimung ist neben dem Vorhandensein einer geeigneten Keimstelle (offene oder nur von Moos bedeckte Bodenoberfläche) das Angebot pflanzenverfügbaren Wassers. Im Freiland konnte das Auflaufen von Keimlingen erst Ende August nach einem größeren Regenereignis beobachtet werden, wobei dann innerhalb kurzer Zeit alle verfügbaren Stellen in der Umgebung der Mutterpflanzen von Keimlingen bedeckt waren.

Im Botanischen Garten der TU Braunschweig konnte im Frühjahr 1996 folgende Beobachtung am *Berteroa incana*-Beet gemacht werden: Zu Beginn des Jahres wurde von den Gärtnern unerwünschter Aufwuchs gejätet, wobei alle vorjährigen Jungpflanzen von *Berteroa incana* entfernt wurden, so daß diese Fläche anschließend vegetationsfrei war. Wenige Wochen später war das Feld (bei regelmäßiger Bewässerung) bereits wieder vollständig (!) von *Berteroa incana*-Keimlingen bedeckt.

Die Graukresse kann somit als „fakultativ winterannuell“ bezeichnet werden (HOLZNER, HAYASHI & GLAUNINGER 1982). Für eine Ruderalpflanze ist es vorteilhaft, wenn sie sowohl im Herbst als auch im Frühjahr zu keimen vermag. Bereits unmittelbar nach ihrer Samenreife werden so alle zur Verfügung stehenden Keimplätze „besetzt“ und stehen den konkurrierenden Arten nicht mehr zur Verfügung. Ein ähnliches Verhalten zeigt auch *Hordeum murinum* (BRANDES 1987). Die überwinternden Jungpflanzen sind jedoch Frösten ausgesetzt; während eines strengen Winters könnte ein Großteil von ihnen absterben. Dies kann — ausreichende Samenmengen vorausgesetzt — durch einen weiteren „Keimschub“ im Frühjahr kompensiert werden, wobei wiederum die verfügbare Fläche eingenommen wird. Nach URBANSKA (1992) entspricht dieses Verhalten dem Keimtyp II mit zwei Häufungen. Diese Pflanzen sind, da sie während einer Vegetationsperiode keimen und blühen, als „annuell“ zu bezeichnen. ROTHMALER (1996) gibt für *Berteroa incana* zusätzlich zu beiden oben genannten auch die Möglichkeit der Zweijährigkeit an. Dies trifft vermutlich für im Herbst gekeimte Individuen zu, die im darauffolgenden Jahr aufgrund ungünstiger Bedingungen nicht zur Blüte gelangen.

Die Verteilung von Keimlingen sowie deren Etablierung wurde auch auf Brachäckern untersucht (vgl. Tab. 1). Auf Teilflächen von  $10 \times 10$  cm schwankte die Anzahl am Bestandesrand zwischen 10 und 130 bzw. in der Bestandesmitte zwischen 23 und 150. Die Durchmesser der Blattrosetten unterschieden sich dagegen nur geringfügig. Bei diesen Untersuchungen wurde deutlich, daß die Verteilung der nur etwa 0,5 mg schweren Samen hauptsächlich vom Mikrorelief der Bodenoberfläche abhängig ist. Die Höchstzahlen für ein Rasterfeld wurden im Bereich von Senken sowie an Stellen, die von (auch) abgestorbenen Pflanzen geschützt wurden, registriert, wohingegen auf kleinen Erhebungen nur relativ wenige Keimlinge bzw. Jungpflanzen gefunden wurden.

Tab. 1: Anzahl und Dichte von *Berteroia incana*-Keimlingen bzw. Jungpflanzen auf einem Brachacker bei Braunschweig-Wenden. Die Größe der Probeflächen betrug jeweils  $0,25 \text{ m}^2$ .

	Probefläche A (Bestandesrand)	Probefläche B (Bestandesmitte)
Keimlinge / Jungpflanzen, gesamt	1012	1859
Keimlinge / Jungpflanzen, pro $1 \text{ m}^2$	4048	7436
Minimum pro $100 \text{ cm}^2$	10	23
Maximum pro $100 \text{ cm}^2$	130	150
Durchschnitt pro $100 \text{ cm}^2$	40	74
min. Durchmesser der Blattrosette	2,5	3
max. Durchmesser der Blattrosette	10	11

Auf einem Brachacker bei Braunschweig-Thune konnte das Schicksal von Keimlingen bzw. Jungpflanzen von Oktober 1995 bis April 1996 verfolgt werden (Tab. 2). Die Abnahme der Anzahl, aber auch des maximalen Rosettendurchmessers wies bei zahlreichen Probeflächen darauf hin, daß ein Teil der Jungpflanzen während der langen Frostperiode des Winters 1995/96 erfror, wobei nicht nur sehr junge Individuen, sondern auch bereits gut entwickelte Pflanzen mit großem Rosettendurchmesser betroffen waren. Die größten Konkurrenten beim Besetzen günstiger Keimplätze waren *Epilobium tetragonum* (in den Flächen C 1-4) und *Cirsium arvense* (in allen Flächen). *Epilobium tetragonum* hatte im Herbst bereits dichte Rosetten ausgebildet, unter denen keine weitere Keimung mehr möglich war. Die *Cirsium arvense*-Rosetten waren im Herbst noch relativ klein, bedeckten zum 2. Untersuchungstermin aber bereits bis zu 25% der Rasterflächen. Die Mitbewerber *Artemisia vulgaris* und *Tanacetum vulgare* keimten erst im Frühjahr.

Die Bedeutung der raschen Keimung der Graukresse-Samen wird durch deren geringe Ausbreitungsfähigkeit noch erhöht. Zwar besteht generell die Möglichkeit der Anemochorie (in Ufernähe u.U. auch Hydrochorie: vgl. unten), doch konnte im Freiland beobachtet werden, daß über 95% der Diasporen im Umkreis weniger Meter um die Mutterpflanze ausgestreut werden. Im Botanischen Garten wurden Jungpflanzen der zweiten Generation (s.o.) maximal 4 m entfernt vom Beetrand mit den Mutterpflanzen gefunden. In weniger geschützten Lagen ist auch die Überwindung größerer Strecken unter Einwirkung stürmischer Winde während der Fruchtzeit denkbar. Hiergegen sprechen allerdings unsere Beobachtungen an Brachäckern. Auffälliger-

Tab. 2: Etablierung von *Berteroa incana*-Jungpflanzen auf einem Brachacker bei Braunschweig-Thune. Die Probeflächen C 1 bis C 4 sind jeweils 0,25 m<sup>2</sup>, die Flächen D 1 bis D 4 jeweils 0,125 m<sup>2</sup> groß. Die Daten für 1995 wurden am 29.10.1995, diejenigen für 1996 am 25.4.1996 erhoben.

	Jungpflanzen-Deckung	Anzahl Jungpflanzen	maximaler Durchmesser [cm]	Moose, Deckung
C 1 ('95)	< 5 %	85	5	20 %
C 1 ('96)	< 5 %	97	6,5	25 %
C 2 ('95)	10 %	70	4,5	< 5 %
C 2 ('96)	25 %	320	3	< 3 %
C 3 ('95)	20 %	65	7	< 5 %
C 3 ('96)	20 %	160	5	5 %
C 4 ('95)	5-10 %	60	4	5 %
C 4 ('96)	25 %	196	4	< 5 %
D 1 ('95)	80 %	175	18	5 %
D 1 ('96)	40 %	130	11	5 %
D 2 ('95)	75 %	155	16	10 %
D 2 ('96)	30 %	190	6	30 %
D 3 ('95)	75 %	110	14	< 5 %
D 3 ('96)	70 %	80	9	10 %
D 4 ('95)	70 %	170	13	25 %
D 4 ('96)	25 %	120	11	45 %

weise sind zumindest im östlichen Niedersachsen sowie in Sachsen-Anhalt die *Berteroa incana*-Bestände der Brachäcker nicht gleichmäßig über diese verteilt, sondern immer auf den Randbereich beschränkt, so daß vermutet werden muß, daß die Art vom Ackerrand (Straßenrand) her eingewandert ist. Obwohl die Äcker z.T. seit mehr als 5 Jahren brach lagen, bilden die *Berteroa incana*-Populationen noch immer eine nahezu parallele Front, die zum Zentrum des Feldes hin zwar etwas aufgelockert ist, aber niemals „Vorposten“ im Sinne vorgelagerter Gruppen aufwies. Wahrscheinlich sind zudem die Etablierungsbedingungen in nährstoffarmen Sand-Ackerbrachen (selbst) für *Berteroa incana* sehr ungünstig.

## 5. Phytophage und blütenbesuchende Insekten

Im Rahmen dieser Untersuchungen sollte festgestellt werden, welche phytophagen Insektenarten an *Berteroa incana* im UG leben, wobei den steno- bzw. monophagen Arten besonderes Interesse galt. Darüber hinaus wurden die Blütenbesucher bzw. Bestäuber an unterschiedlichen Wuchsorten erfaßt, um auch Erkenntnisse über Wechselbeziehungen zu weniger spezialisierten Insekten zu gewinnen.

Kreuzblütler enthalten (wie alle Familien der Ordnung Capparales) schwefelhaltige Senfölglykoside (Glukosinolate), aus denen durch eine enzymatische Reaktion die sogenannten „Senföle“ (Isothiocyanate) entstehen können, die einen typisch scharfen Geschmack und stechenden Geruch besitzen. In unverletzten Pflanzenzellen sind die Glukosinolate in den Vakuolen lokalisiert, während das Enzym Myrosinase an das glatte endoplasmatische Retikulum oder an die Mitochondrien assoziiert ist. Bei Verletzung des Protoplasten (z.B. durch Fraß) treten Substrat und Enzym in Kontakt, es wird Glukose vom Glukosinolat abgespalten, und als Produkt entstehen die

Isothiocyanate (FROHNE & JENSEN 1992). Zahlreiche Senföle besitzen eine stark fungizide und (meist weniger starke) bakterizide Wirkung (VIRTANEN 1962) und können besonders in den äußeren Zellschichten eines Pflanzenorgans in größerer Menge gebildet werden (MATILE 1980). Brassicaceen sind somit relativ gut vor Fraß geschützt. Durch das Vorhandensein dieser sekundären Pflanzenstoffe boten sie jedoch — im co-evolutiven Wettlauf — den Insekten auch ökologische Lizenzen, die die Voraussetzung für die Einnischung phytophager Arten sind (KLAUSNITZER 1977). So bildeten sich Insektenarten verschiedener Gruppen (z.B. Lepidoptera, Coleoptera) heraus, die durch die Senföle nicht abgewehrt, sondern infolge einer Spezialisierung auf Vertreter der Brassicaceae sogar angelockt werden (FEENY 1977, LARSEN 1981, HARBORNE 1988).

Die zahlenmäßig am häufigsten in den Fängen vertretenen Tiergruppen waren Fliegen (Diptera) [bei den Kescherfängen und in den Farbschalen], Wanzen (Heteroptera) [bei der Klopfmethode] und Käfer (Coleoptera) [bei allen drei Fangmethoden]. In geringerer Anzahl konnten als Blütenbesucher auch Schmetterlinge (Lepidoptera), verschiedene Vertreter der Hymenopteren, insbesondere Hummeln (*Bombus* spp.), Honigbienen (*Apis mellifera*) und Ameisen (Formicidae) beobachtet werden. Bei der Klopfmethode wurden darüber hinaus Spinnen (Araneida), einige Ohrwürmer (Dermaptera) und Blattläuse (Aphidina) sowie wenige Tiere weiterer Gruppen festgestellt.

Für die genauere Auswertung wurden die Käfer (Coleoptera, außer Coccinellidae, Staphylinidae und Elateridae), Wanzen (Heteroptera) und Schwebfliegen (Syrphidae) bearbeitet.

### 5.1. Käfer (Coleoptera)

An *Berteroa incana* wurden vorwiegend Vertreter der Anthicidae (Blumenkäfer), Cantharidae (Weichkäfer), und Oedemeridae (Schmaldeckenflügler) gesammelt (Tab. 3). Hiervon waren *Oedemera lurida*, *Oedemera femorata*, *Meligethes aeneus*, *Rhagonycha fulva* und *Notoxus monoceros* besonders häufig. Bei zusätzlichen Fängen konnten an *Berteroa incana* 3 Käferarten erfaßt werden, die während der Tagesgänge nicht festgestellt wurden: *Amara* spec. (Carabidae), *Phyllotreta atra* (Halticinae) und *Galeruca tanacetii* (Chrysomelidae). Insgesamt wurden damit während dieser Untersuchungen an *Berteroa incana* 24 Käferarten festgestellt.

Der hohe Fangerfolg mit dem Kescher an *Berteroa incana* weist darauf hin, daß die an dieser Pflanzenart erfaßten Käfer vorwiegend Blütenbesucher waren. Berücksichtigt man die Biologie der Arten, so wird diese Vermutung bestätigt: Die Imagines der Oedemeridae sowie einige Vertreter der Cantharidae, die sehr häufig an *Berteroa incana* gefangen wurden, sind Blütenbesucher verschiedener krautiger Pflanzen und ernähren sich von Pollen (FREUDE, HARDE & LOHSE 1966-83). Die Laufkäfer der Gattung *Amara* ernähren sich von milchreifen Samen verschiedener Pflanzenarten und konnten beim Verzehr noch grüner Fruchtwände von *Berteroa incana*-Schötchen beobachtet werden. *Galeruca tanacetii* (die häufigste Art der Gattung *Galeruca*) ist ebenfalls polyphag; sie kann an Kohl, Bohnen, Dahlien und anderen Kulturpflanzen als Schädling auftreten.

Tab. 3: Relative und absolute Häufigkeit der an den Blüten von *Berteroa incana* gefangenen Käfer.

(Unter-)Familie	Art	absolute Häufigkeit	Prozentanteil
Anthicidae	<i>Notoxus monoceros</i>	22	9,1 %
Cantharidae	<i>Rhagonycha fulva</i>	31	12,8 %
Cerambycidae	<i>Leptura livida</i>	7	2,9 %
Chrysomelidae o. Halticinae	<i>Lema melanopus</i>	1	0,4 %
Curculionidae	<i>Apion frumentarium</i>	1	0,4 %
Curculionidae	<i>Ceutorhynchus assimilis</i>	3	1,2 %
Curculionidae	<i>Ceutorhynchus ignitus</i>	2	0,8 %
Curculionidae	<i>Ceutorhynchus quadridens</i>	9	3,7 %
Dermestidae	<i>Anthrenus pimpinellae</i>	3	1,2 %
Halticinae	<i>Crepidodera ferruginea</i>	11	3,7 %
Halticinae	<i>Crepidodera transversa</i>	1	0,4 %
Halticinae	<i>Phyllotreta undulata</i>	3	1,2 %
Lagriidae	<i>Lagria hirta</i>	1	0,4 %
Malachiidae	<i>Anthocomus fasciatus</i>	1	0,4 %
Malachiidae	<i>Malachius viridis</i>	11	3,7 %
Nitidulidae	<i>Brachypterus glaber</i>	2	0,8 %
Nitidulidae	<i>Epuraea depressa</i>	1	0,4 %
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	39	16,0 %
Oedemeridae	<i>Oedemera femorata</i>	43	17,7 %
Oedemeridae	<i>Oedemera lurida</i>	50	20,6 %
Oedemeridae	<i>Oedemera virescens</i>	1	0,4 %
Summe		243	100 %

Oligophage, d.h. nach MIOTK (1977) an eine Pflanzenfamilie gebundene Käfer konnten aus den zwei Familien Curculionidae und Nitidulidae sowie der Unterfamilie Halticinae erfaßt werden. Viele dieser Arten sind gefürchtete Schädlinge an kultivierten Brassicaceen. So können Käfer der Gattung *Phyllotreta* Keimlinge durch Fraß so stark schädigen, daß eine Neuansaat erforderlich ist (NOLTE 1954, MOHR 1960). An *Berteroa incana* wurde (allerdings mit wenigen Exemplaren) der Gewaltstreifige Kohlerdfloh *Phyllotreta undulata* gefangen. Er gilt als der „gemeinste gelbstreifige Erdloh“ und stellt neben den Arten *P. atra* und *P. nemorum* einen Hauptschädling aus der Gattung *Phyllotreta* dar (MOHR 1960). Auch der Rapsglanzkäfer *Meligethes aeneus* kann als Schädling an verschiedenen Kreuzblütlern auftreten. Die Art ist sehr häufig und in Deutschland weit verbreitet (NOLTE 1954). An *Berteroa incana* wurde sie sehr oft (auch an verschiedenen Wuchsorten) festgestellt.

Eine stenophage Rüsselkäferart, die sich vorwiegend in *Berteroa incana* entwickelt, ist *Ceutorhynchus ignitus*. Die Larve dieser Art frißt im oberen Teil der Sproßachse, doch wird diese dadurch nicht zur Gallbildung angeregt (DIECKMANN 1961). Im Raum der ehemaligen Tschechoslowakei wurde *Ceutorhynchus ignitus* auch für *Alyssum saxatile* und andere Brassicaceen angegeben. In Mitteleuropa nimmt seine Häufigkeit nach Westen hin ab (FREUDE, HARDE & LOHSE 1966/83), allgemein wird er als selten eingestuft (DEHNERT 1970). Erst 1995 wurde *C. ignitus* erstmalig für die Niederlande angegeben (HEIJERMAN, ALDERS & EDZES 1995), wo er bezeichnender-

weise an *Berteroa incana* entdeckt wurde. Im UG wurden zwei Individuen dieses Rüsselkäfers erfaßt: eines am 2.7.1995 bei Rieseberg und ein weiteres am 14.7.1995 bei Wendhausen.

## 5.2. Schwebfliegen (Syrphidae)

An der Graukresse war keine deutliche Dominanz einer einzelnen Schwebfliegenart zu erkennen (Tab. 4). Den höchsten Anteil wies mit 22,2% *Sphaerophoria scripta* auf, gefolgt von *Episyrphus balteatus* (10,2%) und Vertretern der *Sphaerophoria mentastri*-Gruppe (insgesamt 8,5%). 7 Arten konnten jeweils nur einmal an *Berteroa incana* gefangen werden. Der Kescherfang erwies sich als einfachste und gleichzeitig effektivste Methode zur selektiven Erfassung der Schwebfliegen. Mit einem Kescherschlag konnten zwar nur jeweils 1-3 Individuen gefangen werden, während die übrigen aufgrund dieser Störung fluchtartig die Blüten verließen. Es war immer wieder zu beobachten, daß sich gerade die Dipteren rasch wieder unweit ihres vorherigen Aufenthaltsortes auf den Blüten niederließen.

Zur Verteilung der Arten und Individuen über den Tagesverlauf können lediglich tendenzielle Aussagen gemacht werden, da in der Regel nur wenige Tiere einer Art an einem Tag gefangen wurden. Allgemein wurden von 7 Uhr bis zum Nachmittag regelmäßig Schwebfliegen (sofern überhaupt in größerer Stückzahl vorhanden) festgestellt, doch nahm nach 18 Uhr ihre Anzahl drastisch ab. Ab 19 Uhr konnten nur noch *Episyrphus balteatus*, *Metasyrphus corollae* sowie Arten der Gattungen *Sphaerophoria* und *Platycheirus* an den Blüten von *Berteroa incana* beobachtet werden.

Die meisten der an *Berteroa incana* festgestellten Schwebfliegenarten besiedeln ein sehr großes Areal und sind in Deutschland allgemein recht häufig. So sind z.B. *Melanostoma mellinum*, *Syrphus ribesii* und *Eristalis tenax* kosmopolitisch, *Chrysotoxum bicinctum*, *Metasyrphus corollae*, *Scaeva pyrastris* und *Sphaerophoria scripta* holarktisch verbreitet (BASTIAN 1986).

Tab. 4: Relative und absolute Häufigkeit der an den Blüten von *Berteroa incana* gefangenen Schwebfliegenarten. Die Arten der *Sphaerophoria mentastri*-Gruppe wurden hierbei wie eine Art gezählt.

Art	Häufigkeit	Prozentanteil	Art	Häufigkeit	Prozentanteil
<i>Chrysotoxum bicinctum</i>	1	0,3 %	<i>Metasyrphus latifascianus</i>	1	0,3 %
<i>Dasyrphus albostrigatus</i>	1	0,3 %	<i>Metasyrphus nitens</i>	1	0,3 %
<i>Epistrophe nitidicollis</i>	19	6,5 %	<i>Platycheirus clypeatus</i>	9	3,1 %
<i>Episyrphus balteatus</i>	30	10,2 %	<i>Platycheirus peltatus</i>	2	0,7 %
<i>Eristalis arbustorum</i>	27	8,9 %	<i>Scaeva pyrastris</i>	2	0,7 %
<i>Eristalis horticola</i>	6	2,0 %	<i>Sphaerophoria mentastri</i> -Gruppe	25	8,5 %
<i>Eristalis nemorum</i>	18	6,2 %	<i>Sphaerophoria scripta</i>	65	22,2 %
<i>Eristalis rufum</i>	3	1,0 %	<i>Syrphid pipiens</i>	18	6,1 %
<i>Eristalis tenax</i>	21	7,2 %	<i>Syrphus ribesii</i>	1	0,3 %
<i>Helophilus trivittatus</i>	11	3,8 %	<i>Syrphus vitripennis</i>	1	0,3 %
<i>Melanostoma mellinum</i>	10	3,4 %	cf. <i>Xanthogramma</i>	1	0,3 %
<i>Metasyrphus corollae</i>	21	7,2 %	Summe	294	99,8 %

### 5.3. Wanzen (Heteroptera)

Am häufigsten konnten Arten aus der Familie Miridae (Weichwanzen) gefangen werden. In Braunschweig-Wenden überwogen Vertreter der Anthocoridae (Blumenwanzen); bei Rieseberg entstammten knapp 70% der Individuen den Pentatomidae (Baumwanzen). Die meisten Tiere pro Tag konnten bei Rieseberg (98 Tiere) und Wendhausen (66) Anfang August an *Berteroa incana* gefangen werden. Beim Vergleich der drei parallel angewendeten Fangmethoden wird deutlich, daß sich bei dieser Tiergruppe mit dem Abklopfen der Pflanzen die besten Ergebnisse erzielen ließen. Dies läßt sich vor allem durch die Ernährungsweise dieser Insekten erklären: Da Wanzen ihre Nahrung stechend-saugend aufnehmen, sind sie nicht wie Nektar- oder Pollenfresser auf den Blütenbereich einer Pflanze fixiert, sondern eher über die gesamte Höhe eines Pflanzenbestandes verteilt. Auch der geringe Fangerfolg mit Hilfe weißer Farbschalen läßt sich so begründen, da durch solche Farbsignale insbesondere „typische“ Blütenbesucher angelockt werden können. Es ist aber auch denkbar, daß die Tiere das Formalin wahrnehmen konnten und dadurch abgestoßen wurden. Ein Nachteil der Klopfmethode gegenüber dem Kescherfang ist die geringere Selektivität. Die Fangfläche wurde zwar so ausgewählt, daß nur wenige andere Pflanzenarten enthalten waren, doch war der Anteil der Gräser meist relativ hoch. Es kann somit nicht genau festgestellt werden, welche Wanzen überhaupt an *Berteroa incana* saugen.

Mit Hilfe von Literaturangaben zur Ökologie der festgestellten Familien und Arten können jedoch zumindest Eingrenzungen vorgenommen werden: Besonders zahlreich wurden Tiere aus der Familie Miridae (Weichwanzen) gefunden. Diese gelten allgemein als sehr artenreich (in Mitteleuropa leben über 300 Arten, weltweit 6000), wobei die einzelnen Arten vorwiegend polyphage Pflanzensauger sind (JACOBS & RENNER 1988). Häufig waren *Calocoris norvegicus* (Zweipunktige Grünwanze), *Plagiognathus chrysanthemi* (Behaarte Wiesenwanze), *Lygus rugulipennis*, *Notostira elongata* und *Leptopterna dolabrata* (Graswanze) in den Fängen vorhanden. *Calocoris norvegicus* saugt an verschiedenen Kräutern (z.B. *Urtica*, *Artemisia*; WAGNER 1952), kann aber auch an verschiedenen Gemüsen (insbesondere Kohl) als Schädling auftreten (JACOBS & RENNER 1988). Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese und die beiden folgenden Arten auch an *Berteroa incana* saugen. Phytophag an verschiedenen Kräutern leben *Plagiognathus chrysanthemi* und *Lygus rugulipennis*; letztere besiedelt bevorzugt Ruderalflächen. *Leptopterna dolabrata* und *Notostira elongata* hingegen saugen nur an Gräsern (WACHMANN 1989) und wurden beim Abklopfen gewissermaßen als „Beifang“ miterfaßt.

Sehr zahlreich wurden bei Rieseberg Vertreter der Pentatomidae (Baumwanzen) gefangen. Diese sind in Mitteleuropa mit etwa 60, weltweit mit 6000 Arten vertreten. Besonders häufig wurde *Eurydema oleraceum*, die Kohlwanze, gefunden. Sie lebt an verschiedenen Kreuzblütlern und kann bei Massenaufreten an Kohl schädlich werden (WACHMANN 1989); es ist ihr allerdings auch möglich, sich räuberisch zu ernähren (JACOBS & RENNER 1988). Auch *Berteroa incana* scheint zu den Wirtspflanzen der Kohlwanze zu gehören.

Die in Wenden häufig gefundenen Vertreter der Familie Anthocoridae (Blumenwan-

zen) sowie die an allen Fangorten festgestellten Nabidae (Sichelwanzen) leben fast ausschließlich räuberisch. Für die häufig gefundene Blumenwanzenart *Orius niger* wird jedoch vermutet, daß sie neben Milben und kleinen Insekten auch Pollen als Nahrung nutzt (WAGNER 1967). Die Familie Lygaeidae (Bodenwanzen) war im Gesamtumfang nur mit wenigen Individuen vertreten. Diese Tiere sind meist gute Läufer und die meisten Arten ernähren sich räuberisch, so daß auch sie als „Beifang“ angesehen werden können.

#### **5.4. Welche Bedeutung hat *Berteroa incana* für die heimischen Arthropoden?**

Der Neophyt *Berteroa incana* kann von den heimischen Arthropoden auf vielfältige Weise genutzt werden: So bieten die Blüten neben Pollen und zarten Kronblättern (die häufig von kleinen Käfern als Nahrung bevorzugt werden) reichlich Nektar und können aufgrund ihres einfachen und flachen Baus von zahlreichen (auch kurzrüsseligen) Insekten genutzt werden. Tageszeitlich werden die Blüten „rund um die Uhr“ angeboten, d.h. sie schließen sich weder bei ungünstiger Witterung noch nachts. Die Graukresse blüht bis in den Winter hinein und ist für blütenbesuchende Insekten am jeweiligen Wuchsort meist die letzte Nahrungsquelle im Jahr. Die Samen werden von verschiedenen Käfern genutzt, so z.B. von Tieren der Gattung *Amara*, die unspezifisch milchreife Samen verschiedener Pflanzensippen fressen, diese bei *Berteroa incana* jedoch auch noch im Herbst vorfinden. Die vegetativen Teile schließlich dienen verschiedenen Insekten-Taxa zur Ernährung. Es konnten Käfer (Coleoptera), Wanzen (Heteroptera), Blattläuse (Aphidina) sowie Larven verschiedener Weißlinge (Lepidoptera: *Pieris spec.*) fressend festgestellt werden. Bedeutend sind jedoch auch die Strukturen, die durch größere Bestände von *Berteroa incana* (auch noch über ihre Blütezeit hinaus) gebildet werden. Zumindest während ihrer jeweiligen Blütezeit werden sie nicht von anderen Pflanzenarten der unmittelbar umgebenden Vegetation überragt, so daß ihre Blütenstände in der Regel völlig besonnt sind. Hier wärmen sich zahlreiche flugfähige Insekten am Morgen auf und treffen sich phytophage Arten zur Paarung. Im gesamten Sproßbereich sind zahlreiche Spinnen zu finden (bei Braunschweig-Thune wurde an *Berteroa incana* auch ein ♀ der Wespen spinne *Argiope bruennichi* entdeckt) und auch andere räuberische Arthropoden lau- ern hier auf ihre Beute.

### **6. Vergesellschaftung und Sukzession**

#### **6.1. Vergesellschaftung aus lokaler Sicht**

*Berteroa incana* wächst im östlichen Niedersachsen vor allem auf Brachäckern, an Wegrändern sowie auf anderen Verkehrsanlagen (Bahnhöfe, Binnenhäfen, Straßenränder der Außenstadtbezirke). Die *Berteroa incana*-Herden gedeihen in voll besonnten Lagen und meiden Schatten auch nur einzeln wachsender Gehölze am Rande der Fläche. Da es sich in der Regel um offene bzw. zumindest lückige Pflanzenbestände handelt, verwundert es nicht, daß ein breites Spektrum unterschiedlicher Pflanzenarten mit *Berteroa incana* zusammenwächst.



Großflächige *Berteroa incana*-Bestände werden im allgemeinen als Berteroetum incanae Siss. & Tidem. in Siss. 1950 klassifiziert. Zur charakteristischen Artenkombination gehören außer der dominanten *Berteroa incana* Arten wie *Tanacetum vulgare*, *Silene alba*, *Elymus repens*, *Artemisia vulgaris*, *Achillea millefolium* agg., *Rumex acetosella* und *Trifolium arvense*. Aufgrund seiner Artenzusammensetzung

Tab. 5: Berteroetum incanae in der Elbaue im Bereich des mitteldeutschen Trockengebietes nördlich von Magdeburg. Zusätzlich kommen folgende Arten je einmal vor: in Nr. 1: 1.1 *Tragopogon orientalis*, + *Dactylis glomerata*; in Nr. 2: + .2 *Corynephorus canescens*; in Nr. 3: 2.1 *Scabiosa ochroleuca*, 2.2 *Koeleria glauca*, 1.2 *Cerastium spec.*, + *Sedum reflexum*, + *Polygonum convolvulus*; in Nr. 5: 1.2 *Festuca rubra*, + *Knautia arvensis*; in Nr. 6: + *Bromus sterilis*; in Nr. 7: + *Trifolium campestre*, + *Medicago lupulina*, + *Centaurea jacea*, + .2 *Senecio vernalis*, + *Allium oleraceum*; in Nr. 8: 1.1 *Lolium perenne*, + *Senecio viscosus*; in Nr. 9: 1.2 *Lamium album*.

Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fläche [m²]	25	25	30	5	50	10	15	30	30
Vegetationsbedeckung [%]	90	90	85	70	98	90	98	90	98
Artenzahl	19	16	22	16	24	14	23	18	20
<hr/>									
<b>AC Berteroetum incanae</b>									
<i>Berteroa incana</i>	3.2	3.3	2.2	2.2	3.3	4.4	4.4	4.4	2.3
<b>Artemisietea-Arten</b>									
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	1.2	1.2	1.2	1.2	2.2	1.1	+2	1.1	+2
<i>Chondrilla juncea</i>	1.1	+	3.3	2.1	3.2				
<i>Elymus repens</i>	1.2			1.2	2.2	2.2			3.4
<i>Convolvulus arvensis</i>			2.2		1.1		1.2		2.2
<i>Artemisia vulgaris</i>				+		2.2		2.2	2.2
<i>Anchusa officinalis</i>	2.2	1.1							3.2
<i>Silene alba</i>		1.2		+	1.1				
<i>Poa angustifolia</i>			2.2	+	1.2				
<i>Tanacetum vulgare</i>			2.2					1.1	1.2
<i>Eryngium campestre</i>			1.2					1.1	2.1
<i>Echium vulgare</i>	1.1	+							
<i>Centaurea stoebe</i>				2.2		1.1			
<i>Falcaria vulgaris</i>					1.2		1.2		
<i>Daucus carota</i>								+	+
<i>Cynoglossum officinale</i>	+								
<b>Stellarietea-Arten</b>									
<i>Conyza canadensis</i>	+2		1.1	1.2	+				+2
<i>Chenopodium album</i>	+	+					+2		+2
<i>Tripleurospermum inodorum</i>			1.2		1.1	+			1.2
<i>Bromus tectorum</i>	1.2	1.2						1.2	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>				+	1.2		+2		
<i>Centaurea cyanus</i>					1.2		1.2		1.2
<i>Sisymbrium loeselii</i>	1.1	1.1							
<i>Apera spica-venti</i>			1.2		1.2				
<i>Bromus hordeaceus ssp. h.</i>					1.2	2.2			
<i>Amaranthus retroflexus</i>								r	+
<b>Magetrasen-Arten</b>									
<i>Rumex acetosella</i>	2.3	2.3	2.2				2.2	+	
<i>Trifolium arvense</i>				3.2	+	2.2	+	1.2	
<i>Potentilla argentea</i>					+2	+	1.2	+	+2
<i>Erodium cicutarium</i>	1.2	1.2		1.2			+		
<i>Artemisia campestris</i>	2.2	1.1	3.3						
<i>Euphorbia cyparissias</i>			+		+		1.2		
<i>Galium verum</i>					1.2		+2		1.2
<i>Helichrysum arenarium</i>		1.2	2.2						
<i>Festuca ovina</i> agg.				2.2	1.2		1.2		
<i>Jasione montana</i>	2.3	3.3							
<i>Agrostis tenuis</i>			2.3					1.2	
<b>Sonstige Begleiter</b>									
<i>Achillea millefolium</i>			1.2		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Arrhenatherum elatius</i>			1.2	1.2	1.2	1.2	2.2		
<i>Hypochoeris radicata</i>	2.2	+				+			
<i>Taraxacum officinale</i>	+			+				+	
<i>Hypericum perforatum</i>						+2		1.2	1.2
<i>Musci</i> indet.	1.2	1.2							
<i>Plantago lanceolata</i>				1.2			1.2		
<i>Cichorium intybus</i>								+	+

Tab. 6: Übersichtstabelle des *Berteroetum incanae* aus dem östlichen Niedersachsen und dem Magdeburger Elbtal. Spalte 1: Magdeburger Elbtal (diese Arbeit, Tab. 5). Spalte 2: stadtferne Ausbildung im östlichen Niedersachsen (BRANDES 1985, Tab. 70: 1-11). Spalte 3: stadtnahe Ausbildung im östlichen Niedersachsen (BRANDES 1985, Tab. 70: 12-21). Spalte 4: Jüngere Brachflächen bei Braunschweig (SCHREI, n.p.).

Spalte	1	2	3	4
Anzahl der Aufnahmen	9	11	10	41
Mittlere Artenzahl	19,3	18,5	20,3	17,8
<hr/>				
AC <i>Berteroetum incanae</i>				
<i>Berteroetum incana</i>	100	100	100	100
<u>VC Daucio-Melilotion, OC Onopordetalia</u>				
<i>Tanacetum vulgare</i>	33	100	80	54
<i>Daucus carota</i>	22		20	2
<i>Echium vulgare</i>	22		10	4
<i>Oenothera biennis</i> agg.		45	90	20
<i>Melilotus alba</i>		9	20	4
<i>Pastinaca sativa</i>		9	10	6
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	100	36		
<i>Linaria vulgaris</i>		9	10	
<i>Melilotus officinalis</i>			73	2
<i>Reseda luteola</i>			10	4
<i>Anchusa officinalis</i>	33			
<i>Cynoglossum officinale</i>	11			
<i>Tragopogon dubius</i>		9		
<i>Carduus nutans</i>			30	
<i>Reseda lutea</i>			30	
<i>Carduus acanthoides</i>			10	
<u>VC Convolvulo-Agropyrion, OC Agropyretalia</u>				
<i>Elymus repens</i>	56	27	30	66
<i>Convolvulus arvensis</i>	44	27	20	12
<i>Equisetum arvense</i>		18	50	15
<i>Chondrilla juncea</i>	56			
<i>Eryngium campestre</i>	33			
<i>Poa angustifolia</i>	33			
<i>Falcaria vulgaris</i>	22			
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>			10	
<i>Bromus inermis</i>				2
<i>Saponaria officinalis</i>				2
<u>Sonstige Artemisietea-Arten</u>				
<i>Artemisia vulgaris</i>	44	82	100	85
<i>Silene alba</i>	33	82	100	29
<i>Lamium album</i>	11			7
<i>Solidago gigantea</i>		9	10	
<i>Ballota nigra</i>		9		17
<i>Carduus crispus</i> juv.			40	15
<i>Urtica dioica</i>				24
<i>Galium aparine</i>				7
<i>Cirsium vulgare</i>				7
<i>Alliaria petiolata</i>				7
<i>Fallopia dumetorum</i>				7
<i>Solidago canadensis</i>				4
<u>Stellarietea-Arten</u>				
<i>Conyza canadensis</i>	56	45	60	44
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	44	27	30	39
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>hordeaceus</i>	22	36	30	34
<i>Bromus sterilis</i>	11	9	50	39
<i>Apera spica-venti</i>	22	36	60	22
<i>Bromus tectorum</i>	33	9		2
<i>Chenopodium album</i>	44		10	20
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	33	9		20
<i>Sisymbrium altissimum</i>		27	60	15
<i>Vicia angustifolia</i>		36	10	5
<i>Centaurea cyanus</i>	33	9		
<i>Vicia hirsuta</i>		18		29
<i>Amaranthus retroflexus</i>	22			
<i>Geranium pusillum</i>				32
<i>Lactuca serriola</i>				27
<i>Hordeum murinum</i>				10
<i>Sonchus asper</i>				10
<i>Papaver dubium</i>				7
<i>Setaria viridis</i>				7
<i>Viola arvensis</i>				7

Spalte	1	2	3	4
Anzahl der Aufnahmen	9	11	10	41
Mittlere Artenzahl	19,3	18,5	20,3	17,8

---

<u>Sonstige</u>				
<i>Achillea millefolium</i> agg.	67	73	50	59
<i>Rumex acetosella</i>	56	55	40	17
<i>Trifolium arvense</i>	56	55	40	15
<i>Agrostis tenuis</i>	22	27	20	20
<i>Plantago lanceolata</i>	22	73	20	34
<i>Hypericum perforatum</i>	33	45	10	17
<i>Hypochoeris radicata</i>	33	9	20	2
<i>Festuca rubra</i>	11	27	10	24
<i>Dactylis glomerata</i>	11	36	80	59
<i>Arrhenatherum elatius</i>	56	36	30	63
<i>Lolium perenne</i>	11	18	30	39
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	33	18	30	37
<i>Medicago lupulina</i>	11	9	10	5
<i>Erodium cicutarium</i>	44	9		10
<i>Artemisia campestris</i>	33	9	10	
<i>Poa pratensis</i>		82	80	49
<i>Cirsium arvense</i>		27	20	24
<i>Holcus lanatus</i>		36	10	22
<i>Rumex crispus</i>		18	10	10
<i>Crepis capillaris</i>		9	20	20
<i>Calamagrostis epigejos</i>		18	10	7
<i>Trifolium repens</i>		18	10	7
<i>Festuca ovina</i> agg.	33	9		
<i>Potentilla argentea</i>	56			7
<i>Senecio vernalis</i>		18	10	
<i>Agrostis stolonifera</i>		9		17
<i>Arenaria serpyllifolia</i>			40	2
<i>Verbascum thapsus</i>			10	2
<i>Euphorbia cyparissias</i>	33			

u. einige weitere Arten mit geringer Stetigkeit

gehört das Berteroetum incanae eindeutig zum Verband Dauco-Melilotion, was von allen Bearbeitern dieser Pflanzengesellschaft so gesehen wurde. Neben den Dauco-Melilotion- und Onopordetalia-Arten spielen Agropyretalia-Arten und Klassenkennarten der Artemisietea eine größere Rolle. Mit unterschiedlichen Anteilen sind Taxa der Stellarietea, der Magerrasen (im weitesten Sinne) sowie des Wirtschaftsgünlandes vertreten. Wie stark die Artenzusammensetzung bereits in einem kleinen Gebiet schwanken kann, zeigen Tab. 6 und die daraus abgeleitete Darstellung der mittleren Gruppenvertretungen (Abb. 6). So fallen die Bestände auf leichten Sandböden im Bereich der Magdeburger Elbaue [Ausläufer des mitteldeutschen Trockengebietes!] durch einen hohen Anteil an Arten der Agropyretalia und der Sandtrockenrasen auf und stehen dem Asparago-Chondrillietum juncea bereits nahe (Tab. 5). Stadtferne Bestände auf sauren bis mäßig sauren Sandböden lassen sich zu einer Ausbildung (vermutl. Subassoziation, vgl. BRANDES 1985) mit *Plantago lanceolata* und *Hypericum perforatum* zusammenfassen (Tab. 6, Spalte 2). Basiphile Dauco-Melilotion- und Onopordion-Arten fehlen. Neben einer Typischen Variante kann auch eine Variante von *Rumex thyrsoiflorus* ausgegliedert werden, für die auch *Euphorbia esula* und *Tragopogon dubius* charakteristisch sind.

Auf Bahnhofsgelände, aber auch auf stadtnahen Sandbrachen sind *Melilotus officinalis*, *Melilotus alba*, *Carduus nutans* und *Reseda lutea* mehr oder minder regelmäßig im Berteroetum incanae vertreten. Diese Subassoziation von *Melilotus officinalis* kennzeichnet die basen- bzw. nährstoffreichen Standorte (Tab. 6, Spalte 3). Auf jungen Brachäckern nördlich von Braunschweig ist der Anteil von sonstigen, mesophilen Arten sehr hoch (Tab. 6, Spalte 4).

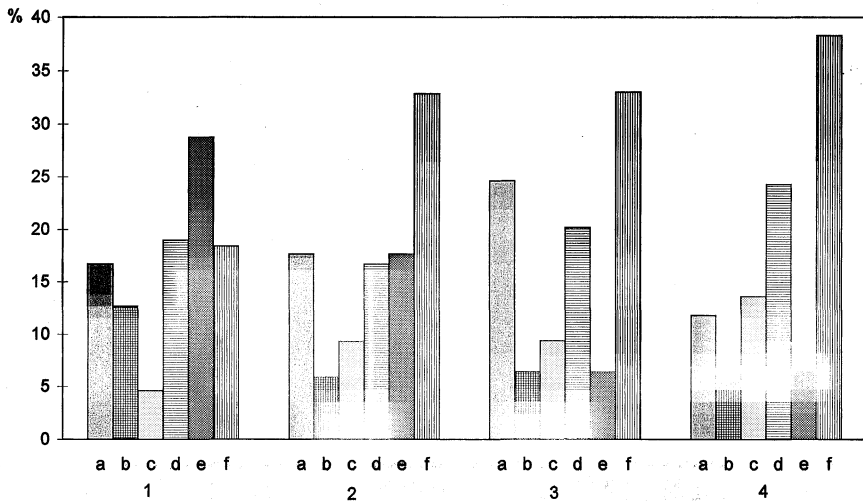


Abb. 6: Gruppenvertretungen wichtiger soziologischer Gruppen in den verschiedenen Ausbildungen des *Berteroetum incanae*: (a) *Dauco-Melilotion*- und *Onopordetalia*-Arten, (b) *Agropyretalia*-Arten, (c) sonstige *Artemisietea*-Arten, (d) *Stellarietea*-Arten, (e) *Magerrasen*-Arten, (f) Sonstige. Die Nummern entsprechen den Spaltennummern von Tab. 6.

## 6.2. Vergesellschaftung aus überregionaler Sicht

Bei diesen relativ großen Unterschieden bereits innerhalb einer kleineren Region verwundert es daher nicht, daß unterschiedliche *Berteroetum incanae*-dominierte Assoziationen beschrieben wurden: *Melandrio-Berteroetum incanae*, *Verbasco-Berteroetum* und *Centaureo diffusae-Berteroetum*. Ein Tabellenvergleich des mitteleuropäischen Aufnahmемaterials durch MUCINA & BRANDES (1985) zeigte, daß auf Kennartenbasis keine Unterscheidung zwischen *Melandrio-Berteroetum incanae* und *Verbasco-Berteroetum* möglich ist. Auch der Einsatz numerischer Techniken erbrachte dasselbe Ergebnis. Entlang des klimatischen West-Ostgradienten von den Niederlanden bis Polen zeichnen sich 2 schwach durch Trennarten gekennzeichnete Rassen ab. Die im östlichen Niedersachsen untersuchten Bestände gehören zum großen Teil noch zur westlichen Rasse, zeigen infolge der Übergangslage des Gebietes jedoch auch Trennarten der östlichen Rasse. Die Bestände aus dem mittleren Elbtal sind mit *Chondrilla juncea* und *Centaurea stoebe* bereits eindeutig zur östlichen Rasse zu stellen.

Die Untersuchung des mitteleuropäischen Datenmaterials mit numerischen Techniken durch MUCINA & BRANDES (1985) lieferte Evidenzen dafür, neben einem über ganz Mitteleuropa verbreiteten *Berteroetum incanae* noch ein *Centaureo diffusae-Berteroetum* zu unterscheiden. Diese Assoziation wurde punktuell aus Deutschland und Polen beschrieben. Das einzige pflanzensoziologische Argument ist die hohe Stetigkeit der als Assoziationskennart angesehenen *Centaurea diffusa* (= *Acosta diffusa*). Möglicherweise erfolgte jedoch die Zuordnung der Aufnahmen durch die einzelnen Autoren nach der Präsenz von *Centaurea diffusa*, die in Deutschland fast nur

an Sonderstandorten der Bahnhöfe und Häfen vorkommt und somit eher eine spezielle Ausbildung des *Berteroetum incanae* differenziert.

Unter Würdigung der gesamten Vorkommen von *Berteroa incana*-dominierten Pflanzengesellschaften in Mitteleuropa erscheint es uns heute im Gegensatz zu MUCINA & BRANDES (1985) nicht mehr als sinnvoll, das *Centaureo diffusae*-*Berteroetum* als eigene Assoziation zu bewerten. Eine Ausbildung mit *Centaurea diffusa* läßt sich vielmehr zwanglos innerhalb der östlichen Rasse ausgliedern. Entsprechende Artenkombinationen können sich innerhalb des Verbreitungsgebietes der westlichen Rasse nur auf Sonderstandorten ausbilden. Zudem geht das (unbeständige) Auftreten von *Centaurea diffusa* im westlichen Mitteleuropa keineswegs immer mit demjenigen von *Berteroa incana* einher.

Das hier vertretene Konzept eines weitgefaßten Assoziationsbegriffes löst das logische Problem, daß ein Bestand einer Assoziation, nämlich des *Centaureo diffusae*-*Berteroetum*, durch den Ausfall der Charakterart (*Centaurea diffusa*) „automatisch“ einer anderen Assoziation, nämlich dem *Berteroetum incanae*, zugeordnet werden muß.

### 6.3. Flußnahe Standorte des *Berteroetum incanae*

*Berteroa incana* wächst stets auf gut dränierten Substraten: im nördlichen Mitteleuropa auf Sanden, in Trockengebieten des südöstlichen Mitteleuropa auch auf Löß, in niederschlagsreicheren Gebieten schließlich auf Kies- und Schotterböden mit geringen Feinerdegehalten. Vorkommen auf Flußschottern sind aus dem südwestlichen Harzvorland (R. TÜXEN & H. BÖTTCHER in BRANDES, PREISING & VAHLE 1993), aus Südwestdeutschland (z.B. Murg bei Rastatt) sowie aus dem Alliertal bekannt (SCHNEIDER 1996). Die *Berteroa incana*-Bestände am Allier weichen nach bisheriger Kenntnis in ihrer Artenzusammensetzung allerdings deutlich vom mitteleuropäischen *Berteroetum incanae* ab. Insgesamt besteht noch erheblicher Forschungsbedarf über die Vegetationsökologie der flußnahen Graukressen-Vorkommen. Immerhin zeigen unsere Keimungsexperimente, daß von der Hochflut verdriftete *Berteroa incana*-Samen bereits nach kurzer Zeit im Wasser keimen und überleben können. An günstigen Stellen ist anschließend — bei sinkendem Wasserstand — eine Etablierung der Keimlinge denkbar.

### 6.4. Sukzession

Bislang liegen keine längerfristigen Dauerflächenbeobachtungen von Beständen des *Berteroetum incanae* vor, so daß nur ein vorläufiges Bild aus Einzelbeobachtungen zusammengesetzt werden kann. Auf trockenen bzw. gut dränierten Böden kann sich das *Berteroetum incanae* trotz der Kurzlebigkeit der Graukresse mindestens 4-5 Jahre behaupten (vgl. Abb. 7; siehe auch Kap. 4.5.). Kontaktgesellschaften sind *Spergulo-Corynephoretum*; *Diantho-Armerietum*, *Artemisio-Tanacetetum* sowie *Calamagrostis epigejos*-Bestände (BRANDES 1985). Für die vermutliche Sukzession

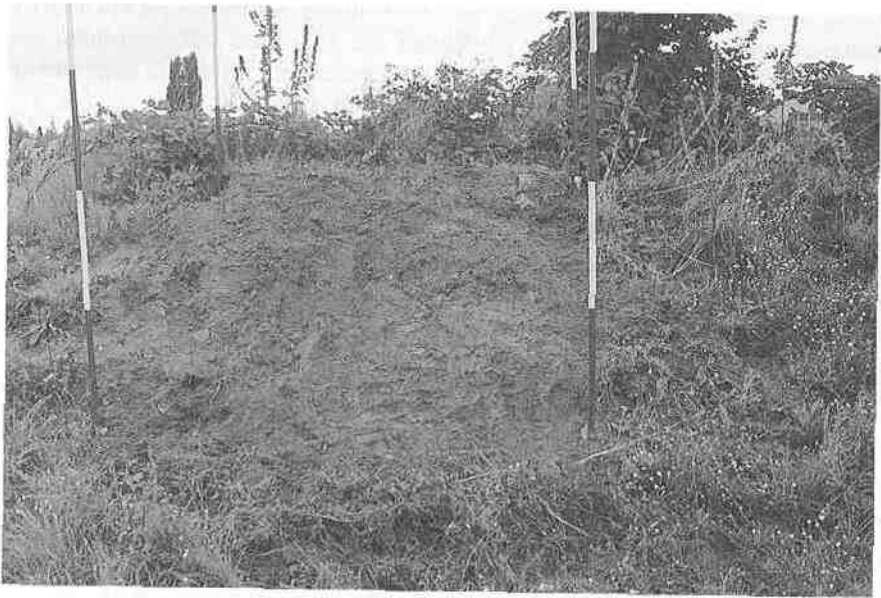


Abb. 7: Störungsfläche im *Berteroetum incanae* (24.8.1993): (a) vor der Störung, (b) nach Entfernen des Bewuchses, Umgraben und Einebnen. Auf dieser Fläche wächst auch 1997 noch *Berteroetum incana*, ohne allerdings den alten Deckungsgrad je wieder erreicht zu haben.

zum Artemisio-Tanacetetum bzw. zu ruderalen Halbtrockenrasen (Convolvulo-Agropyrion) gibt es unseres Wissens bislang keine schlüssigen Belege; zur Klärung dieser Frage wurden von uns Dauerbeobachtungsflächen angelegt.

Neben zeitweiligem Wassermangel stellt offensichtlich vor allem der Nährstoffmangel einen limitierenden Faktor für die Sukzession dar. Bezogen auf das *Berteroetum incanae*-Stadium wirken diese Faktoren also durchaus systemerhaltend. Gerade bei sehr leichten Sandböden scheint der Nährstoffgehalt durch Austrag so rasch zu sinken, daß auch *Berteroa incana* selbst Etablierungs- bzw. Ausbreitungsschwierigkeiten hat. Jedenfalls können wir nur so die häufig zu machende Beobachtung erklären, daß *Berteroa incana* trotz Produktion zahlreicher Samen, die eine hohe Keimfähigkeit aufweisen (vgl. Kap. 4.) und durch den Wind mindestens einige Meter transportiert werden können, von der Straßen- bzw. Feldwegseite nicht in das Zentrum solcher Äcker vorzudringen vermögen. Eine endgültige Klärung kann nur durch Analyse der Bodenparameter sowie durch Einsaatexperimente erfolgen; entsprechende Versuche sind für die nächsten Vegetationsperioden geplant.

Da in den letzten Jahren wesentlich mehr Ackerflächen stillgelegt wurden, wurden hiervon auch (Sand-)Äcker mit besserer Bodenwertzahl betroffen, als dies früher der Fall war. In der Folge konnte sich *Berteroa incana* auf besser mit Nährstoffen versorgten Brachen auf lehmigem Sand ausbreiten. Auf diesen wuchskräftigeren Beständen (vgl. Tab. 6, Spalte 4) wird die Vegetationsentwicklung — zumindest bei Mahd — zu Gesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes führen. Der Anteil an *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten ist auch diesen Brachen bereits jetzt im *Berteroetum incanae*-Stadium recht hoch.

## 7. Zusammenfassung

*Berteroa incana* (L.) Dc. ist ein Neophyt, der seit ca. 150-200 Jahren in Deutschland eingebürgert ist. Ausschlaggebend für die Eroberung offener Böden ist die hohe Keimfähigkeit der Samen. Diese keimen bei Temperaturen zwischen 15°C und 25°C innerhalb weniger Tage zu 90% bis 100%. Die Keimung erfolgt auch bei Lichtausschluß sowie unter Wasser. Für das Auflaufen von Keimlingen sind freie Keimstellen sowie ein ausreichendes Angebot von pflanzenverfügbarem Wasser die limitierenden Faktoren.

Die Wechselbeziehungen zur Entomofauna wurden beispielhaft an Käfern (Coleoptera), Schwebfliegen (Syrphidae) und Wanzen (Heteroptera) untersucht. Es wurden vorwiegend polyphage Käferarten und zufällige Blütenbesucher festgestellt; die einzige stenophage Art ist *Ceutorhynchus ignitus* (Coleoptera).

Die Variationsbreite der Ausbildungen des *Berteroetum incanae* wird im lokalen Maßstab dargestellt und mit einer Übersichtstabelle belegt. Aus überregionaler Sicht wird vorgeschlagen, alle *Berteroa incana*-dominierten Dauco-Melilotion-Gesellschaften zu einer Assoziation, nämlich zum *Berteroetum incanae* SISS. & TIDEM. in SISS. 1950, zusammenzufassen. Abschließend wird die Sukzession diskutiert und auf den Forschungsbedarf hingewiesen.

## 8. Literatur

- ADLER, W., OSWALD, K. & FISCHER, R. (1994): Exkursionsflora von Österreich. - Stuttgart, Wien. 1180 S.  
BASTIAN, O. (1986): Schwebfliegen: Syrphidae. - Wittenberg. 168 S. (Neue Brehmbücherei 576.)  
BENKERT, D., FUKAREK, F. & KORSCH, H. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. - Jena. 615 S.

- BERGGREN, G. (1981): Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European species with morphological descriptions. P. 3 (Salicaceae - Cruciferae). - Stockholm. 259 S.
- BERTRAM, W. (1876): Flora von Braunschweig. - Braunschweig. XI, 301 S.
- BOTHE, G. (1989): Bestimmungsschlüssel für die Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) Deutschlands und der Niederlande. 5. Aufl. - Hamburg. 117 S.
- BRANDES, D. (1985): Die Ruderalvegetation des östlichen Niedersachsen. - Habilitationsschrift Technische Universität Braunschweig. - Braunschweig. VI, 292 S.
- BRANDES, D. (1987): Beobachtungen zur Beständigkeit der annuellen Ruderalvegetation. - Braunsch. naturkd. Schr., 2: 791-795.
- BRANDES, D., PREISING, E. & VAHLE, H.-C. (1993): *Artemisia vulgaris* Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 1950. Ruderale Beifuß-Fluren. - In: PREISING, E. et al.: Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens. T. 4: Ruderale Staudenfluren und Saumgesellschaften. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, 20/4: 30-77.
- DEHNERT, E. (1970): Zur Faunistik der Käfer des Untermaingebiets einschließlich Spessart und Taunus. - Jber. wetterau. Ges. ges. Naturkde., 121/122: 15-37.
- DIECKMANN, L. (1961): Zur Biologie und Verbreitung deutscher Rüsselkäfer. - Entomologische Blätter, 57: 58-75.
- EVENARI, M. (1957): Les problèmes physiologiques de la germination. - Bull. Soc. bot. Fr. physiol. végét., 3: 105-124.
- FEENY, P. (1977): Defensive ecology of the Cruciferae. - Ann. Missouri Bot. Gard., 64: 221-234.
- FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. (Hrsg.)(1966/83): Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 6-11. - Krefeld.
- FROHNE, D. & JENSEN, U. (1992): Systematik des Pflanzenreichs unter besonderer Berücksichtigung chemischer Merkmale und pflanzlicher Drogen. 4. Aufl. - Stuttgart. 344 S.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. - Stuttgart. 768 S.
- HANF, M. (1991): Neophyten — Neubürger in der Pflanzenwelt Deutschlands. - Mitteilungen für den Landbau, 1/91: 1-73.
- HARBORNE, J.B. (1988): Introduction to ecological biochemistry. 3. ed. - London. XV, 356 S.
- HEGI, G. (1963): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd.4, T.1. 2. Aufl., neu bearb. u. hrsg. v. F. MARKGRAF. - München. 547 S.
- HEIJERMAN, T., ALDERS, K., EDZES, H.T. (1995): *Ceutorhynchus hampei* and *C. ignitus*: Two weevil species of *Berteroa incana*, new to the fauna of Netherlands (Coleoptera: Curculionidae). - Entomologische Berichten (Amsterdam), 55: 102-104.
- HOLZNER, W., HAYASHI, I. & GLAUNINGER, J. (1982): Reproductive strategy of annual agrestals. - In: HOLZNER, W. & NUMATA, M. (eds.): Biology and ecology of weeds. - The Hague. S. 111-119.
- JACOBS, W. & RENNER, M. (1988): Biologie und Ökologie der Insekten. 2. Aufl. - Stuttgart. 690 S.
- KLAUSNITZER, B. (1977): Evolution der Insekten als Einnischungsprozeß bei Angiospermen. - Biologische Rundschau, 15: 366-377.
- LACHMANN, H.W.L. (1831): Flora Brunsvicensis. T. II,2. - Braunschweig. 352 S.
- LARSEN, P.O. (1981): Glucosinolates. - In: CONN, E.E. (ed.): The biochemistry of plants. Vol 7. - New York. 525 p.
- MATILE, P. (1980): Die Senfölbombe: Zur Kompartimentierung des Myrosinasesystems. - Biochem. Physiol. Pflanzen, 175: 722-731.
- MIOTK, P. (1977): Der Phytophagenkomplex am Ruderalstandort Mitteleuropas. - In: TÜXEN, R. (Red.): Vegetation und Fauna. - Ber. d. Internat. Symp. d. Internat. Vereinigung f. Vegetationskde. (Rinteln 12. - 15.4.1976). - Vaduz. S. 223-240.



- MOHR, K.-H. (1960): Erdflöhe (Col. Chrys. Halticinae). - Wittenberg. 48 S. (Neue Brehmbücherei 261).
- MUCINA, L. & BRANDES, D. (1985): Communities of *Berteroa incana* in Europe and their geographical differentiation. - *Vegetatio*, **59**: 125-136.
- NOLTE, H.-W. (1954): Käfer bedrohen den Raps. - Wittenberg. 40 S. (Neue Brehmbücherei 124).
- OVERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl. - Stuttgart. 1050 S.
- ROTHMALER, W. (Begr.) (1996): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 2 (Gefäßpflanzen: Grundband). 16. Aufl. hrsg. v. M. BÄBLER, E.J. JÄGER & K. WERNER - Jena. 639 S.
- RUNGE, F. (1990): Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. 10./11. Aufl. - Münster. 309 S.
- SACK, P. (1932): 31. Syrphidae. - In: LINDNER, E. (Hrsg.): Die Fliegen der paläarktischen Region. - Stuttgart. 451 S., 18 Taf.
- SCHNEIDER, E. (1996): Pioniervegetation kurzlebiger Arten an der mittleren Loire und dem unteren Allier. - *Braunschw. Geobot. Arb.*, **4**: 309-322.
- SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (1990): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 2. - Stuttgart. 442 S.
- STEVENS, O.A. (1932): The number and weight of seeds produced by weeds. - *American Journal of Botany*, **19**: 784-794.
- STRESEMANN, E. (Hrsg.) (1989): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und BRD. Bd. 2/1: Wirbellose. *Insekten*, 1. T. 8. Aufl. - Berlin. 504 S.
- THAL, J. (1588): *Sylva hercynia*. - Frankfurt a.M. 133 S.
- TOOLE, E.H. et al. (1957): Effect of temperature on germination of light-sensitive seeds. - *Proc. of the internat. seed testing assoc.*, **22**: 196-204.
- TUTIN, T.G. et al. (eds.) (1993): *Flora Europaea*. Vol.1. 2nd. ed. - Cambridge. XLVI, 581 S.
- URBANSKA, K.M. (1992): Populationsbiologie der Pflanzen. - Stuttgart. XII, 374 S. (UTB 1631.)
- VIRTANEN, A.I. (1962): Organische Schwefelverbindungen in Gemüse- und Futterpflanzen. - *Angew. Chem.*, **74**: 374-382.
- WACHMANN, E. (1989): Wanzen beobachten — kennenlernen. - Melsungen. 274 S.
- WAGNER, E. (1952): Blindwanzen oder Miriden. - In: DAHL, F.: *Die Tierwelt Deutschlands*. T. 41. - Jena. IV, 218 S.
- WAGNER, E. (1966): Wanzen oder Heteropteren. I. Pentatomorpha. - In: DAHL, F.: *Die Tierwelt Deutschlands*. T. 54. - Jena. IV, 235 S.
- WAGNER, E. (1967): Wanzen oder Heteropteren. II. Cimicomorpha. - In: DAHL, F.: *Die Tierwelt Deutschlands*. T. 55. - Jena. IV, 179 S.

### *Anschriften der Verfasser:*

Prof. Dr. Dietmar Brandes  
 Botanisches Institut und Botanischer Garten  
 der Technischen Universität Braunschweig  
 Arbeitsgruppe für Geobotanik und Biologie höherer Pflanzen  
 Gaußstraße 7  
 D-38023 Braunschweig

Dipl.-Biol. Jennifer Schrei  
 Am Spring 14  
 D-38259 Salzgitter